

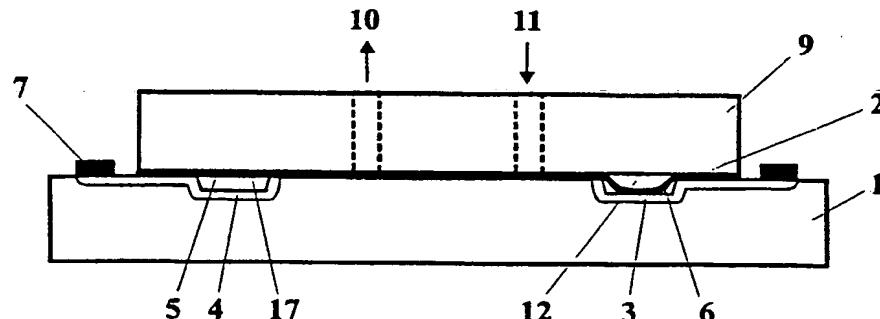
| | | | |
|---|--|---|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : F04B 43/04, 43/12 | | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/70224 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 23. November 2000 (23.11.00) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/01429 (22) Internationales Anmeldedatum: 5. Mai 2000 (05.05.00) | | (81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). | |
| (30) Prioritätsdaten: 199 22 612.1 17. Mai 1999 (17.05.99) DE 100 17 164.8 7. April 2000 (07.04.00) DE | | Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i> | |
| (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54, D-80636 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LISEC, Thomas [DE/DE]; Lutterothstrasse 23, D-20255 Hamburg (DE). WAGNER, Bernd [DE/DE]; Hohe Strasse 11, D-25582 Looft (DE). | | | |

(54) Title: MICROMECHANIC PUMP

(54) Bezeichnung: MIKROMECHANISCHE PUMPE

(57) Abstract

The invention relates to a peristaltic micropump for liquids. Said peristaltic micropump preferably has an annular notch of any cross-section in a substrate surface and is spanned by a membrane (2). If the substrate (1) and the membrane are joined at normal pressure, a certain volume of air (17) is trapped in the cavity. The membrane is coated with an electroconductive substance. A plurality of electrodes (3, 4) are buried in the bottom of the cavity which are insulated



from one another and which are controlled at least partially independent from one another. If an electric voltage is applied between the membrane and one or more electrodes, the membrane is drawn downwards (6) in the respective sites. Since the volume below the membrane is confined, the displaced air bulges the membrane at a different site. If the electrodes are controlled in an appropriate manner, the bulge can be peristaltically displaced across the cavity. A pump is obtained by bonding a lid (9) onto the membrane.

(57) Zusammenfassung

Eine peristaltische Mikropumpe für Flüssigkeiten hat eine bevorzugt ringförmige Einkerbung mit beliebigem Querschnitt in einer Substratoberfläche und wird von einer Membran (2) überspannt. Erfolgt der Verbindungsprozess von Substrat (1) und Membran unter Normaldruck, wird ein bestimmtes Luftvolumen (17) in der Kavität eingeschlossen. Die Membran ist elektrisch leitfähig beschichtet. Auf dem Boden der Kavität sind mehrere, voneinander isolierte Elektroden (3, 4) vergraben, welche zumindest teilweise unabhängig voneinander ansteuerbar sind. Wird eine elektrische Spannung zwischen Membran und einer oder mehreren der Elektroden angelegt, zieht es die Membran an diesen Stellen nach unten (6). Da das Volumen unterhalb der Membran abgeschlossen ist, führt die verdrängte Luft zu einem Ausbuckeln der Membran an einer anderen Stelle nach oben. Steuert man die Elektroden in einer geeigneten Weise an, kann der Buckel peristaltisch entlang der Kavität bewegt werden. Durch Aufboden eines Deckels (9) auf die Membran erhält man eine Pumpe.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | | | |
|----|------------------------------|----|-----------------------------------|----|---|----|--------------------------------|
| AL | Albanien | ES | Spanien | LS | Lesotho | SI | Slowenien |
| AM | Armenien | FI | Finnland | LT | Litauen | SK | Slowakei |
| AT | Österreich | FR | Frankreich | LU | Luxemburg | SN | Senegal |
| AU | Australien | GA | Gabun | LV | Lettland | SZ | Swasiland |
| AZ | Aserbaidschan | GB | Vereinigtes Königreich | MC | Monaco | TD | Tschad |
| BA | Bosnien-Herzegowina | GE | Georgien | MD | Republik Moldau | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagaskar | TJ | Tadschikistan |
| BE | Belgien | GN | Guinea | MK | Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | ML | Mali | TR | Türkei |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | MN | Mongolei | TT | Trinidad und Tobago |
| BJ | Benin | IE | Irland | MR | Mauretanien | UA | Ukraine |
| BR | Brasilien | IL | Israel | MW | Malawi | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Island | MX | Mexiko | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| CA | Kanada | IT | Italien | NE | Niger | UZ | Usbekistan |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan | NL | Niederlande | VN | Vietnam |
| CG | Kongo | KE | Kenia | NO | Norwegen | YU | Jugoslawien |
| CH | Schweiz | KG | Kirgisistan | NZ | Neuseeland | ZW | Zimbabwe |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | PL | Polen | | |
| CM | Kamerun | KR | Republik Korea | PT | Portugal | | |
| CN | China | KZ | Kasachstan | RO | Rumänien | | |
| CU | Kuba | LC | St. Lucia | RU | Russische Föderation | | |
| CZ | Tschechische Republik | LI | Liechtenstein | SD | Sudan | | |
| DE | Deutschland | LK | Sri Lanka | SE | Schweden | | |
| DK | Dänemark | LR | Liberia | SG | Singapur | | |
| EE | Estland | | | | | | |

Mikromechanische Pumpe

Die Erfindung betrifft eine mikromechanische Pumpe, mit einem peristaltischen Aktuator zur Förderung und/oder Verwaltung definierter Flüssigkeits- oder Gasmengen (Pumpmedium).

5 Das Dosieren geringster Flüssigkeitsmengen im Mikro- bis Nanoliter Bereich wird für viele Anwendungen in der Analytik, der Medizin- oder Umwelttechnik immer relevanter. Oftmals ist es von Interesse, eine definierte Flüssigkeitsmenge an einer Stelle aufzunehmen, zu transportieren und an einer anderen Stelle abzugeben. Aufgaben dieser Art sind Bestandteil aller quantitativer Analysen. Moderne Geräte können mittels schrittmotorgesteuerter

10 Spritzenpumpen und Präzisionspipetten einige zehn bis einige hundert Mikroliter einer Flüssigkeit mit einer Genauigkeit besser als ein Prozent dosieren. Um Mengen von einigen hundert Nanolitern bis einigen zehn Mikrolitern mit derselben Genauigkeit zu manipulieren, müssen jedoch andere Dosierkonzepte gefunden werden.

Stand der Technik

Bei Dosiersystemen, die auf Mikropumpen beruhen, dominieren zwei Konzepte. Zum einen kommen Membranpumpen mit zwei passiven Ventilen zum Einsatz, zum anderen ventillose

5 Pumpen nach dem Diffuser-Nozzle-Prinzip, welche im Ruhezustand nicht dicht sind. Beide Typen sind uni-direktional, d. h. sie können nur in einer Richtung fördern. Als Antrieb werden in beiden Fällen üblicherweise Piezoaktoren eingesetzt, die man auf die Pumpmembran aufklebt.

Eine elektrostatisch angetriebene Mikromembranpumpe mit passiven Ventilen ist aus DE

10 19719862 bekannt. Bei hohen Antriebsfrequenzen dreht sich die Förderrichtung dieser Pumpe aufgrund der Trägheit der passiven Ventile um. Diese Eigenschaft ist jedoch nur begrenzt zum Rückwärtspumpen nutzbar. Die Förderrate ist nicht nur von der zugeführten Leistung, sondern auch von den Eigenschaften des zu fördern Pumpmediums abhängig. Es ist daher nicht möglich, von der eingebrachten elektrischen Leistung auf den Durchfluß eines beliebigen
15 Pumpmediums zu schließen. Da das bei jedem Pumpschlag verdrängte Volumen nur einen Bruchteil des Volumens der Pumpkammer beträgt, hat die Pumpe ein hohes Totvolumen.

Die US 57 05 018 offenbart eine mikromechanische peristaltische Pumpe bei der das zu pumpende Medium mittels einer elektrisch leitfähigen Membran in einer mit Elektroden

20 ausgestatteten Kavität befördert wird. Diese Pumpe hat den Nachteil, dass sie im Ruhezustand nicht dichtet und dass die Spannung zwischen Membran und Elektroden über dem zu pumpenden Medium abfällt. Pumpen mit einem kreisförmigen Antriebselement werden z.B. in der WO 98/07199 offenbart.

25 Das Prinzip einer pneumatischen Kopplung abgeschlossener Luftvolumina für ein Mikroventil ist aus der Offenlegungsschrift DE 196 37 928 A1 bekannt. Dort ist ebenfalls eine auf diesem Prinzip basierende Mikropumpenanordnung offenbart. Nachteil dieser Anordnung ist, daß die Membran nicht fest an den Deckel abschließt. Dadurch werden zusätzliche Ventile benötigt um die Dichtheit der Pumpe im Ruhezustand zu gewährleisten. Weiter kann aufgrund der nicht

endlos zusammenhängenden Form des Förderkanals kein ununterbrochen kontinuierlicher Pumpmedientransport erfolgen. Diese Nachteile wirken sich negativ auf die Genauigkeit der Dosierfähigkeit und auf die Förderfähigkeit der Pumpe aus.

5 Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß es keinen Ansatz für Dosiersysteme gibt, die eine vorgegebene Flüssigkeitsmenge an einer Stelle aufnehmen und an einer anderen wieder abgeben können. Mikropumpen, die Flüssigkeitsmengen im Bereich unter zehn Mikrolitern präzise dosieren können, sind ebenfalls nicht verfügbar.

10 Gelöste Aufgabe

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine bidirektionale Mikropumpe zu schaffen, welche in der Lage ist im Mikroliterbereich, sowohl kontinuierlich zu fördern, als auch definierte Flüssigkeitsvolumina zu verwalten.

15

Beschreibung

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Die vorliegende Erfindung stellt darüber hinaus in den Ansprüchen 11 bis 14 auch 20 Verfahren zum Betreiben der Pumpe zur Verfügung.

Die bevorzugten Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die mikromechanische Pumpe beruht auf dem Prinzip eines peristaltischen Aktuators, welcher 25 durch das dichtende Überspannen, eines mit einem Antriebsmedium gefüllten, linear endlos zusammenhängenden, bevorzugt ringförmigen Hohlraumes in einem Substrat (Kavität), mit einer elektrisch leitfähigen Membran gebildet wird. Auf dem Boden des Hohlraumes sind zumindest teilweise getrennt ansteuerbare Elektroden fest installiert. Bei teilweiser Ansteuerung der Elektroden wird die Membran über den angesteuerten Elektroden nach unten

gezogen und, durch die Verdrängung des Antriebsmediums, die Membran über den nicht angesteuerten Elektroden nach oben gedrückt. Die Elektroden müssen dabei mit einer passivierenden Schicht von der Membran getrennt sein, damit im angesteuerten Zustand kein Kurzschluss zwischen den Elektroden und der Membran entstehen kann. Diese Schicht wird

5 bevorzugt auf der Unterseite der Membran aufgebracht und besteht bei einer Membran aus Silizium bevorzugt aus Siliziumoxid.

Da die Kavität abgeschlossen ist, d.h. einen Hohlraum mit einem festen Volumen bildet und dieser Hohlraum das Antriebsmedium beinhaltet, muss die Membran, bedingt durch die Verdrängung des Antriebsmediums aus den Bereichen der Kavität in denen die Membran

10 nach unten gezogen ist, an den Stellen, wo die Elektroden nicht angesteuert sind nach oben herausbuckeln. Werden ausreichend viele Elektroden angesteuert, wird das Antriebsmedium unter den nach oben herausgewölbten Membranbereichen derart komprimiert, dass die herausgebuckelten Bereiche fest an den Deckel gepresst werden. Dieser Effekt wird als pneumatische Kopplung bezeichnet. Indem die Elektroden auf geeignete Weise paarweise

15 neben den herausgebuckelten Bereichen angesteuert werden, können die herausgebuckelten Bereiche über der Kavität verschoben werden. Die Ansteuerung der Elektroden wird dazu in Pumprichtung jeweils hinter der Ausbuckelung abgeschaltet und davor eingeschaltet. Es handelt sich also um einen indirekten Antrieb. Das Pumpmedium wird nicht unmittelbar durch das Ansteuern der Elektroden, sondern durch das Verschieben eines oder mehrerer

20 herausgebuckelter Bereiche, unter denen das Antriebsmedium komprimiert ist, in Pumprichtung verdrängt. Das Antriebsmedium kann aus einer Flüssigkeit oder einem Gas bestehen. Handelt es sich um eine Flüssigkeit, so muss das Volumen der Flüssigkeitsmenge kleiner als das Volumen der Kavität sein. Aufgrund der Inkompressibilität von Flüssigkeiten kann sonst die Membran nicht nach unten buckeln. Bedingt durch das geringere

25 Flüssigkeitsvolumen wird die Membran schon im nicht angesteuerten Zustand nach unten gebuckelt. Gleiches wird erreicht, wenn bei einem Gas als Antriebsmedium ein Unterdruck im Hohlraum der von der Membran abgedeckten Kavität besteht.

Besonders vorteilhaft ist es, im Fall eines Unterdruckes des Antriebsmediums oder im Fall einer Flüssigkeit als Antriebsmedium, wenn die Membran unter einer Druckspannung steht, so

dass sie bereits ohne das Ansteuern der Elektroden von selbst einen ausgebuckelten Bereich ausbildet (spontanes Buckeln). Dies kann z.B. bei einer Siliziummembran durch das Aufoxidieren einer Siliziumoxidschicht erreicht werden. Eine derartige Membran hat die Eigenschaft, dass sie über der Kavität in einigen Bereichen nach unten und in anderen

5 Bereichen nach oben ausbuckelt. Die erfindungsgemäße Pumpe hält dadurch ihren zuletzt durch Ansteuerung von Elektroden eingenommenen Zustand, auch wenn die Ansteuerung der Elektroden abgeschaltet wird. Im leistungslosen, d.h. nicht angesteuerten Zustand kann im Fall des spontanen Buckelns der Membran das Pumpmedium nicht durch die Pumpe fließen. Im Idealfall ist die spontane Buckelung in Verbindung mit dem Unterdruck oder dem festen
10 Flüssigkeitsvolumen in der Kavität derart ausgeprägt, dass sich eine gewünschte Anzahl von Verschlüssen ergeben, welche gerade ausreichend breit sind um die Einlässe bzw. Auslässe der Pumpe jeweils zu überdecken.

Um eine Pumpe zu erhalten wird das Antriebselement, d. h. die Membran, mit einem flachen Deckel, der Einlaß und Auslass enthält, fest abgedeckt. In den Bereichen der angesteuerten
15 Elektroden, wo die Membran nach unten gezogen wird, entsteht ein Spalt zwischen Deckel und Membran, wogegen in den Bereichen der nicht angesteuerten Elektroden die Membran an den Deckel gedrückt wird. Dieser Spalt dient zur Aufnahme des Pumpmediums. Durch gezieltes Ansteuern der Elektroden kann der Bereich, in welchem die Membran an den Deckel gedrückt wird, peristaltisch vom Einlaß zum Auslass bewegt werden. Das im Spalt
20 eingeschlossene Pumpmedium wird definiert befördert. Der Deckel kann jedoch auch eine der Kavität ähnliche, eingekerbt Oberfläche über der Kavität, also einen Durchgang, aufweisen. Aufgrund des in den herausgebuckelten Membranbereichen, durch die pneumatische Kopplung, hohen Anpressdruckes der Membran an den Deckel kann sich der gebuckelte Bereich im Rahmen der Elastizität der Membran an die Form des Durchganges anpassen.

25

Besonders vorteilhaft ist die linear endlos zusammenhängende, bevorzugt ringförmige Form der Kavität, falls die Querschnittsform der Kavität der Form der nach unten ausgebuckelten Membran entspricht und die Elektrodenform ebenfalls derart gekrümmmt ist. In diesem Fall lässt sich, auch wenn die Membran, im angesteuerten Zustand dicht an das Substrat anliegt und

das Antriebsmedium daher nur in Pumprichtung verdrängt werden kann, ein kontinuierlicher Pumpprozess aufrecht erhalten. Dies wäre im Fall einer nicht endlos zusammenhängenden Kavität nicht möglich, da dann die Ansteuerung der Elektroden derart erfolgen müsste, dass das Antriebsmedium für den nächsten Pumpzyklus wieder zum Einlass verdrängt werden

5 müsste.

Die an die nach unten ausgebuckelte Membran angepasste Querschnittsform der Kavität ist besonders vorteilhaft, falls es sich bei dem Antriebsmedium um ein Gas handelt, da dann der Druckanstieg im Gas, wegen dessen geringerem Volumen, bei Ansteuerung von Elektroden besonders hoch ist und die Membran in den nicht angesteuerten Bereichen fester an den

10 Deckel gepresst wird und daher die Pumpe dichter schließt. Was besonders bei der Benutzung als Ventil von großem Vorteil ist.

Die Pumpe ist bi-direktional, d. h. es besteht die Möglichkeit die Pumprichtung jederzeit umzudrehen, und hat ein geringes Totvolumen, was beim Pumpen kompressibler Medien, also Gasen, von entscheidendem Vorteil ist. Saug- und Pumpdruck der erfindungsgemäßen

15 Pumpe sind in etwa gleich groß, da die Buckel aus komprimiertem Gas oder dem festgelegten Volumen der Antriebsmediumsflüssigkeit in ihrer Form auf allen Seiten durch die angesteuerten Elektroden festgelegt sind. Der Antrieb kann mediengetrennt erfolgen, d. h. die Elektroden kommen nicht mit dem Pumpmedium in Berührung, insbesondere muss die Spannung zwischen angesteuerten Elektroden und Membran nicht unmittelbar über dem

20 Pumpmedium abfallen.

Da sich die Kapazität zwischen einzelnen Elektroden und der Membran in den herausgewölbten, erheblich von der Kapazität in den unten anliegenden Bereichen unterscheidet, kann der Pumpvorgang elektronisch überwacht werden. Eine gesteuerte Dosierung geringster Flüssigkeitsmengen ist möglich.

25 Ein weiterer Vorteil ist es, wenn die Membran unter Druckspannung steht, d. h. in Teilbereichen ohne jede Ansteuerung buckelt (spontanes Buckeln), so dass, wegen der weniger notwendigen Dehnung der Membran, weniger Kraft aufgewendet werden muss, um als Verschluss dienende herausgewölbte Bereiche innerhalb der Kavität zu bewegen. Das Ausbilden definierter Buckel benötigt bei unter Druckspannung stehender Membran weniger

Kraft, da bereits Teilbereiche der Membran nach unten ausgebuckelt sind und somit in diesen Bereichen keine Kraft zum Anspannen der Membran in Richtung Kavität aufgebracht werden muss. Die Pumpe kann dann mit wesentlich geringerer Spannung betrieben werden und es entsteht ein bistabiles Ventil, dessen Schaltzustände leistungslos gehalten werden können.

5

Die vorliegende Erfindung wird ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

10 Fig. 1 zeigt das Antriebselement der Mikropumpe im Querschnitt (Fig. 1a) und in der Draufsicht (Fig. 1b).

Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Pumpe, bestehend aus dem Antriebselement und einem Deckel mit Einlass und Auslass.

15 Fig. 3 zeigt die Ausbildung von zwei Kanälen für das Pumpmedium durch Ausbildung von zwei Verschlüssen.

Fig. 4 veranschaulicht den Pumpprozess durch eine systematische Darstellung verschiedener Positionen der Verschlüsse während der Pumpzyklen.

Fig. 5 zeigt den Querschnitt des Kanals für das Pumpmedium bei angesteuerten Elektroden.

Fig. 6 zeigt zwei weitere Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Pumpe.

20 Fig. 7 zeigt ein, durch das Vorhandensein zweier Auslässe an der erfindungsgemäßen Pumpe gebildetes Ventil.

Fig. 8 veranschaulicht den Herstellungsprozess der Pumpe.

Fig. 1 zeigt das Antriebselement der Mikropumpe als einen peristaltischen Aktuator, der 25 ähnlich einer Schlauchpumpe funktioniert, als Querschnitt durch den peristaltischen Pumpenaktuator und als Draufsicht. Eine linear endlos zusammenhängende, bevorzugt ringförmige Einkerbung (8) mit beliebigem Querschnitt (Kavität) in einer Substratoberfläche wird von einer Membran (2) überspannt. Erfolgt der Verbindungsprozeß von Substrat (1) und Membran unter Normaldruck z. B. an Luft, wird ein bestimmtes Luftvolumen in der Kavität

eingeschlossen. Der Pumpenaktuator wird also durch einen abgeschlossenen Hohlraum beliebiger Form zwischen einer beweglichen Membran und einem festen Untergrund gebildet. Dieser Hohlraum ist mit einem Gas oder einer Flüssigkeit (Antriebsmedium (17)), z. B. Luft gefüllt. Besteht das Antriebsmedium aus einer inkompressiblen Flüssigkeit, so ist die Anzahl 5 der ansteuerbaren Elektroden durch das eingeschlossene Flüssigkeitsvolumen festgelegt. Die Membran ist elektrisch leitfähig oder/und leitfähig beschichtet. Sie kann z. B. aus-Silizium, Metall oder Kunststoff bestehen. Das Substrat kann aus einem beliebigen, festen Material bestehen. Auf dem Boden der Kavität sind mehrere, voneinander isolierte Elektroden (3, 4) vergraben, welche zumindest teilweise unabhängig voneinander ansteuerbar sind. Die 10 Elektroden können z. B. in Silizium implantiert sein, d.h. aus dotierten Bereichen im Substrat bestehen oder eine metallische Dünnschicht auf einem Isolator, wie Glas, Kunststoff oder Keramik darstellen. Für jede getrennt ansteuerbare Elektrode wird ein Kontakt-Pad (7) bereitgestellt. Wird eine elektrische Spannung zwischen Membran und einer oder mehreren 15 der Elektroden angelegt, zieht es die Membran an diesen Stellen nach unten (6). Da das Volumen unterhalb der Membran abgeschlossen ist, führt die verdrängte Luft, im Allgemeinen das Antriebsmedium, zu einem Ausbuckeln der Membran an einer anderen Stelle nach oben (5). Steuert man die Elektroden in einer geeigneten Weise an, kann der Buckel peristaltisch entlang der Kavität, also bei der bevorzugten Kreisform, im Kreis bewegt werden. Auf der linken Seite der Draufsicht ist ein Teil der Elektroden nicht angesteuert (4), d. h. nicht unter 20 Spannung, die Membran kann sich hier unter dem Druck des eingeschlossenen Antriebsmediums nach oben buckeln.

Fig. 2 zeigt, wie um eine Pumpe zu erhalten, das Antriebselement, d. h. die Membran, mit einem flachen Substratdeckel (9) z. B. aus Silizium, Glas, Metall, Keramik oder Kunststoff, der den Einlaß (11) und den Auslaß (10) der Pumpe enthält, fest abgedeckt wird. Dies geschieht 25 z. B. durch Aufboden des Deckels. Durch spezielle Maßnahmen, wie z. B. das Aufbringen einer nicht bondbaren Beschichtung, wird verhindert, daß die Membran (2) im Kanalbereich am Deckel anklebt. Wird nun ein Teil der Elektroden angesteuert und die Membran dadurch nach unten gezogen, entsteht an dieser/n Stelle/n zwischen Membran und Deckelsubstrat ein Kanal. Durch den Einlaß kann sich der Kanal mit einem Pumpmedium (12) füllen. An

anderer/n Stelle/n, wo keine Spannung anliegt, preßt das verdrängte Antriebsmedium die Membran an das Deckelsubstrat. Es bildet sich ein Verschluß.

Fig. 3 zeigt, wie durch geeignete Ansteuerung der Elektroden zwei Kanäle (15, 16), abgetrennt durch zwei dieser Verschlüsse (13, 14), ausgebildet werden können. Wird Verschluß 1 (13)

5 zwischen Einlaß (11) und Auslaß (10) positioniert und Verschluß 2 (14) bewegt, wird die Flüssigkeit aus Kanal 1 (16) in den Auslaß verdrängt und in Kanal 2 (15) Flüssigkeit angesaugt. Hat Verschluß 2 den Auslaß erreicht, werden beide Verschlüsse synchron weiterbewegt, bis Verschluß 2 die Position zwischen den Öffnungen erreicht hat. Dann beginnt ein neuer Pumpzyklus mit Verschluß 1 in der Kolbenfunktion. Die Breite der Verschlüsse und 10 der Öffnungen muß so gewählt werden, daß es zu keinem Kurzschluß zwischen Ein- und Auslaß kommen kann.

Fig. 4 veranschaulicht den Pumpprozeß durch eine systematische Darstellung eines Pumpzyklus. Wird z. B. Verschluß 1 zwischen Ein- und Auslaß positioniert und Verschluß 2 bewegt, wird das zu pumpende Medium aus Kanal 1 in den Auslaß verdrängt und gleichzeitig 15 vom zu pumpenden Medium aus dem Einlaß in Kanal 2 angesaugt (Fig. 4a, 4b). Erreicht Verschluß 2 den Auslaß, wird Verschluß 1 syncron dazu weitergeschoben (Fig. 4c, 4d). Die Verschlüsse tauschen die Funktion, Verschluß 2 bleibt stehen, Verschluß 1 wandert, d. h. es beginnt ein neuer Pumpzyklus (Fig. 4e). Die Pumprichtung ist frei wählbar, sie wird durch die Ansteuerung der vergrabenen Elektroden vorgegeben.

20 Fig. 5 zeigt die Pumpenstruktur, gebildet durch eine abgeschlossene, mit Antriebsmedium, z.B. einem Gas (17) gefüllte Kavität mit innenliegenden, getrennt ansteuerbaren Elektroden (21). Dieses Array elektrisch getrennt ansteuerbarer Elektroden befindet sich innerhalb des Hohlraums. Die Elektroden sind fest auf dem Untergrund (Substrat (1)) fixiert. Das zu fördernde Pumpmedium (12) befindet sich zwischen Membran (2) und Deckel (9). Wird 25 zwischen ausgewählten Elektroden und der Membran eine elektrische Spannung angelegt, wird die Membran in diesem Bereich auf den Boden der Kavität heruntergezogen. Da die Kavität z. B. gasgefüllt ist, wird die Membran in den nicht angesteuerten Bereichen herausgewölbt (pneumatische Kopplung). Die Membran dichtet in den herausgewölbten Bereichen gegen die ebene oder z. B. gekrümmte Fläche eines starren Deckels. In den

angesteuerten Bereichen besteht dagegen zwischen Membran und Deckel ein Spalt. Dadurch kann ein zwischen Membran und Deckel befindliches Pumpmedium definiert bewegt werden. Fig. 6 zeigt zwei weitere Ausführungsform der beschriebenen Erfindung. In Fig. 6a befindet sich das Elektrodenarray (21) auf der Unterseite des Deckels (9). Dadurch wird der 5 abgeschlossene, mit Antriebsmedium (17) gefüllte Aktuatorhohlraum zwischen Deckel und Membran (2) gebildet. Das zu fördernde Pumpmedium (12) befindet sich zwischen Membran (2) und Substrat (1). Das Substrat (1) muß dann entsprechend ausgeformt sein, damit die Membran dagegen dicht schließt. In Fig. 6b liegt das Elektrodenarray (21) außerhalb der mit dem Antriebsmedium (17) gefüllten Kavität, welche zwischen Membran (2) und Substrat (1) 10 gebildet wird, an der Unterseite des Deckels (9). Dann fällt die elektrische Antriebsspannung über dem zu fördernden Pumpmedium (12) ab.

Fig. 7 zeigt ein Ventil auf der Grundlage der in Fig. 5 dargestellten Pumpenstruktur mit einem Ein- (11) und zwei Auslässen (101, 102). Das Abdichten des rechten Auslasses (102) erfolgt dabei analog zur Pumpe durch Herausbildung eines Verschlusses (22) unterhalb dieser 15 Öffnung, in dem die Membran in allen Bereichen außerhalb der Öffnung durch Ansteuern der entsprechenden Elektrode nach unten gezogen wird. Die Elektroden (4) unterhalb der Öffnung (Auslaß (102)) werden hingegen nicht angesteuert, so daß die Membran an dieser Stelle gegen den Deckel gedrückt wird und die Öffnung (Auslaß (102)) verschließt. Damit dies möglich wird, muß die Öffnung entsprechend dimensioniert sein. Hat der Deckel mehrere Zu- 20 und/oder Abführungen für Gase oder Flüssigkeiten, die sich durch eine geeignete Ansteuerung der Elektroden unabhängig voneinander verschließen oder öffnen lassen, so kann z. B. ein Ventil mit mehreren Ein- und/oder Auslässen realisiert werden.

In Fig. 8 wird der bevorzugte Herstellungsprozess einer erfindungsgemäßen Pumpe dargestellt. Der Herstellungsprozess besteht aus den folgenden Herstellungsschritten:

- 25 1. In Teilprozeß 1 (Fig. 8a) werden auf einem n-leitenden Standard-Silizium-Substrat (1) die Antriebselektroden (32) (bevorzugt p+-dotiert mit n+-dotierten Kontaktbereichen (35)) des Pumpenaktuators durch Ionenimplantation erzeugt.
2. Teilprozeß 2 (Fig. 8b) beinhaltet die Herstellung der Pumpenkavität (8) in einem Silicon On Insulator-Substrat (SOI-Substrat) (30). Die Kavität wird dabei in die SOI-Schicht (34)

(Siliziumschicht über einer isolierenden Siliziumoxid-Schicht (311)) geätzt. Die Oberfläche der SOI-Schicht wird anschließend oxidiert. Diese Oxidschicht (312) dient als Isolation zwischen der Membran und den implantierten Elektroden und ist für die Druckspannung der Membran verantwortlich. Die Siliziumschicht zwischen der Siliziumoxidschicht des

5 SOI-Substrates und der Siliziumoxidschicht auf der Oberfläche bildet später die Membran.

3. Die beiden in den Teilprozessen 1 und 2 erstellten Substrate werden bei Umgebungsdruck aufeinander justiert (Fig. 8c). (In der Figur durch Pfeile angedeutet.) Dabei wird in das Volumen der Kavität Luft eingeschlossen. Beim, für das Bonden notwendigen Tempern wird der Sauerstoff der eingeschlossenen Luft verbraucht. Er reagiert mit den das

10 Volumen einschließenden Oberflächen. Dadurch wird ein Unterdruck innerhalb der Kavität erzeugt.

4. In Teilprozeß 3 (Fig. 8d) werden die beiden Si-Substrate aufeinandergebondet (Silicon Fusion Bonding), das SOI-Substrat abgeschliffen bzw. abgeätzt, wodurch die Membran (2) entsteht und der Aktuator der Pumpe fertiggestellt. Dazu gehört das Öffnen der SOI-Schicht um die Kontaktbereiche der implantierten Elektroden freizulegen, das Ätzen der Kontaktlöcher und die Metallisierung der Kontakt-Pads (7). Um beim Bonden ein Ankleben der Membran an den Deckel zu verhindern, ist im Membranbereich eine Anti-Haft-Beschichtung aufgebracht.

15 5. Teilprozeß 4 (Fig. 8e) definiert die Pumpmediumszuführungen (33) (Einlässe und Auslässe) im Glasdeckel (Glas-Substrat) (9), der nach dem justierten Übereinanderpositionieren anodisch auf das Substrat mit den Pumpenaktuatoren gebondet wird. Die bevorzugt unter Druckspannung stehende, spontan buckelnde Membran wird an den Deckel gepresst. Die Kanäle können z.B. nasschemisch geätzt werden, dann sind diese bevorzugt seitlich nach außen geführt (wie in der Fig.

20 25 angedeutet) oder mittels Bohrungen verwirklicht werden.

Hierzu 5 Seiten Zeichnungen

Bezugszeichenliste

- 1 Substrat
- 2 Membran
- 5 3 Angesteuerte Elektroden
- 4 Nicht angesteuerte Elektroden
- 5 nach oben gewölbte (gebuckelte) Membran
- 6 Nach unten gewölbte Membran
- 7 Kontakt-Pad
- 10 8 Einkerbung (Kavität)
- 9 Deckel
- 10, 101, 102 Auslass
- 11 Einlass
- 12 Pumpmedium
- 15 13 Verschluss 1
- 14 Verschluss 2
- 15 Kanal 2
- 16 Kanal 1
- 17 Antriebsmedium
- 20 21 getrennt ansteuerbare Elektroden (Elektrodenarray)
- 22 Verschluss
- 30-Silicon On Insulator-Substrat (SOI-Substrat)
- 31, 311, 312 Siliziumoxidschicht
- 32 Durch Ionenimplantation erzeugte Elektroden
- 25 33 Pumpmediumszuführungen
- 34 Silicon on Insulation Schicht (SOI-Schicht)
- 35 Kontaktbereich

Patentansprüche

1. Mikromechanische Pumpe, mit
 - einem Substrat (1) mit einer Kavität (8) auf dessen Oberseite,
 - einer elektrisch leitfähigen und/oder leitfähig beschichteten, die Kavität (8) überspannenden Membran (2) auf der Oberseite des Substrats,
 - einem Deckel (9) über dem mit der Membran überspannten Substrat,
 - mehreren voneinander isolierten und mindestens teilweise getrennt ansteuerbaren, Elektroden (3, 4), auf dem Boden der Kavität oder auf der Unterseite des Deckels,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kavität linear endlos zusammenhängend ist, und die Membran in den Bereichen der nicht angesteuerten Elektroden (4) gegen die Fläche des Deckels dichtet (5), wogegen in den Bereichen der angesteuerten Elektroden (3) zwischen Deckel und Membran, dadurch, dass die Membran in Richtung der Elektroden angezogen wird (6), ein Spalt besteht und entweder der Spalt zwischen Deckel und Membran oder der Raum zwischen Substrat und Membran einen abgeschlossenen Hohlraum bildet und mit Antriebsmedium (17) gefüllt ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektroden in Form und Größe der Querschnittsform der Kavität oder des Deckels, über der Kavität entsprechen.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 und/oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kavität ringförmig ist.
4. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kavität im Querschnitt die Form der nach unten ausgebuckelten Membran hat.
5. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Deckel und/oder das Substrat jeweils einen oder mehrere Zu- (11) und/oder Abflüsse (10) für das zu pumpende und/oder zu dosierende Medium (12) hat, welche zumindest teilweise unabhängig voneinander verschließbar oder zu öffnen sind.
6. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Membran unter Druckspannung steht und/oder dass im mit Antriebsmedium

gefüllten abgeschlossenen Hohlraum relativ zum Druck des Pumpmediums ein Unterdruck herrscht oder der abgeschlossene Hohlraum mit einer Flüssigkeit als Antriebsmedium gefüllt ist.

7. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**,

5 daß das Substrat und/oder die Membran und /oder der Deckel in Siliziumtechnologie gefertigt ist/sind und /oder die Elektroden in Silizium implantiert sind oder eine metallische Dünnschicht auf einem Isolator z. B. Glas, Kunststoff oder Keramik darstellen.

8. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **wobei** der Antrieb der

10 Pumpe, d. h. das elektrische Feld zwischen den Elektroden und der Membran nicht über dem Pumpmedium abfällt.

9. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Pumpvorgang elektronisch überwacht wird.

10. Verfahren zur Herstellung der Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis

9 **wobei**, die Einrichtung mindestens teilweise in Siliziumtechnologie und/oder

15 Mikrosystemtechnik gefertigt ist.

11. Verfahren zum Betreiben der Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis

9, **wobei** die Ansteuerung der Elektroden derart geschieht, daß zwei Kanäle (15, 16),

abgetrennt durch zwei Verschlüsse (13, 14), deren Breite so gewählt wird, daß es zu keinem Kurzschluß zwischen Ein- (11) und Auslaß (10) kommt, ausgebildet werden und die

20 peristaltische Weiterbewegung dieser Verschlüsse derart geschieht, daß wenn Verschluß 1 (13) zwischen Ein- und Auslaß positioniert ist, Verschluß 2 (14) in Richtung Auslaß bewegt

wird, das zu pumpende Medium aus Kanal 1 (16) in den Auslaß verdrängt wird und gleichzeitig vom zu pumpenden Medium aus dem Einlaß in Kanal 2 (15) angesaugt wird

und wenn Verschluß 2 den Auslaß erreicht, Verschluß 1 syncron weiter geschoben wird,

25 worauf hin die Verschlüsse die Funktion tauschen und ein neuer Pumpzyklus beginnt.

12. Verfahren zum Betreiben der Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis

9, **wobei** die Ansteuerung der Elektroden derart geschieht, daß zwei Kanäle (15, 16),

abgetrennt durch zwei Verschlüsse (13, 14), deren breite so gewählt wird, daß es zu

keinem Kurzschluß zwischen Ein- (11) und Auslaß (10) kommt, ausgebildet werden und die

peristaltische Weiterbewegung dieser Verschlüsse derart geschieht, daß wenn Verschluß 1 (13) zwischen Ein- und Auslaß positioniert ist, Verschluß 2 (14) in Richtung Einlaß bewegt wird, das zu pumpende Medium aus Kanal 2 (15) in Richtung Einlaß verdrängt wird und gleichzeitig vom zu pumpenden Medium aus dem Auslaß in Kanal 1 (16) angesaugt wird

5 und wenn Verschluß 2 den Einlaß erreicht, Verschluß 1 syncron weiter geschoben wird, worauf hin die Verschlüsse die Funktion tauschen und ein neuer Pumpzyklus beginnt

13. Verfahren nach den Ansprüchen 11 und 12, **wobei** die Pumprichtung während des Betriebes beliebig umgeschaltet wird.

14. Verfahren zum Betreiben der Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10 9, **wobei** die Ansteuerung der Elektroden derart geschieht, daß durch gezieltes Öffnen und/oder Verschließen der Ein- und/oder Auslässe, ein Ventil mit jeweils einem oder mehreren Ein- und/oder Auslässen realisiert wird.

15. Verfahren zur Herstellung der Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9 mit den Verfahrensschritten

15

- Bereitstellen eines ersten Substrats und Auf-/Einbringen von Antriebselektroden auf und/oder in dem Substrat,
- Bereitstellen eines SOI-Substrats und Ausformen einer linear endlos zusammenhängenden Kavität in der SOI-Schicht des SOI-Substrats,
- Aufbringen einer isolierenden Schicht auf der Oberfläche der SOI-Schicht,

20

- justiertes Verbinden der Oberfläche der auf die SOI-Schicht aufgebrachten isolierenden Schicht mit der Oberfläche des ersten Substrats auf welcher sich die Elektroden befinden,
- Herstellen einer Membran durch Dünnen des SOI-Substrates bis zur eingebetteten Isolatorschicht,
- Bereitstellen eines dritten Substrates als Deckel und Verbinden des Deckels mit der

25

- 25 Oberfläche des gedünnten SOI-Substrates, wobei das Ankleben der Membran an den Deckel vermieden wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebselektroden durch Ionenimplantation in das Substrat eingebracht werden.

17. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 15 bis 16 **dadurch gekennzeichnet, dass** die auf die Oberfläche des SOI-Substrates, nach Ausformung der Kavität aufgebrachte isolierende Schicht aufoxidiert wird.

18. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 15 bis 17 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindung der Substrate durch anodisches Bonden durchgeführt wird.

5

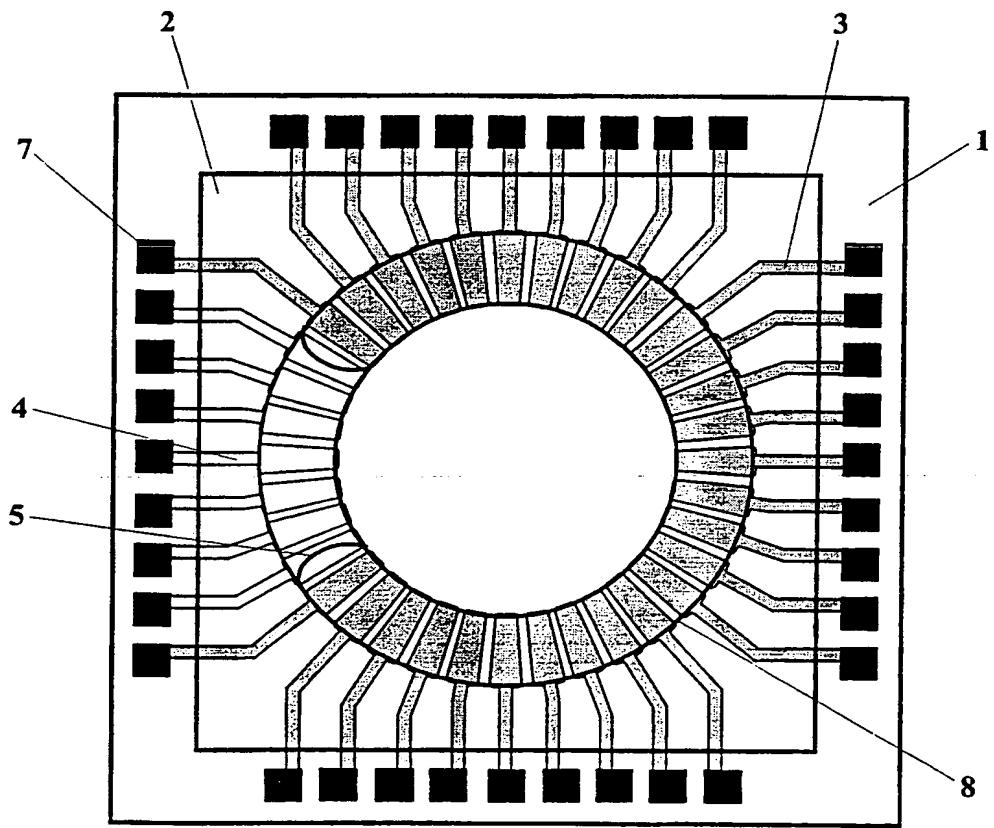
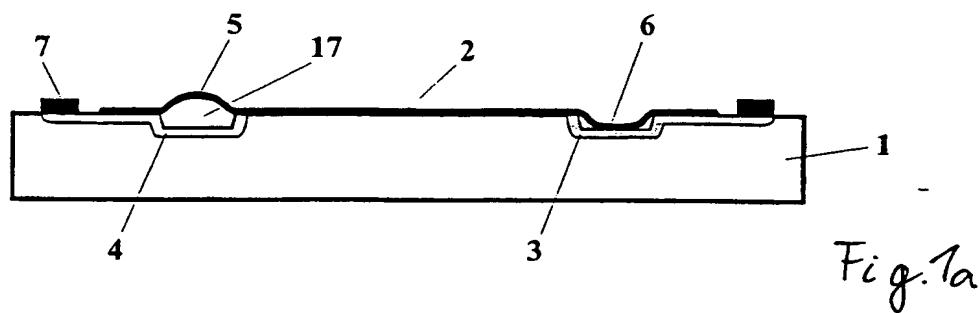


Fig. 1

BEST AVAILABLE COPY

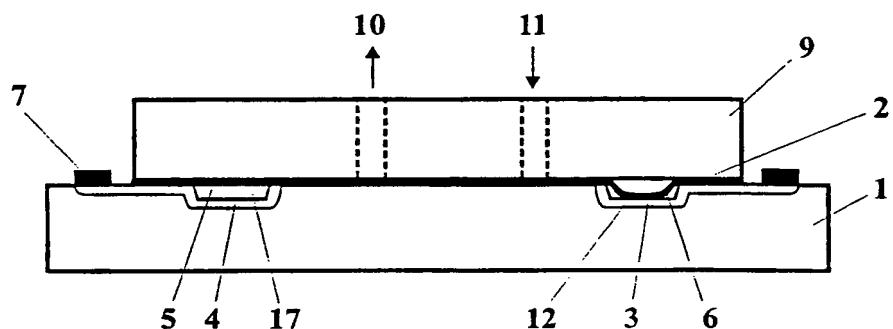
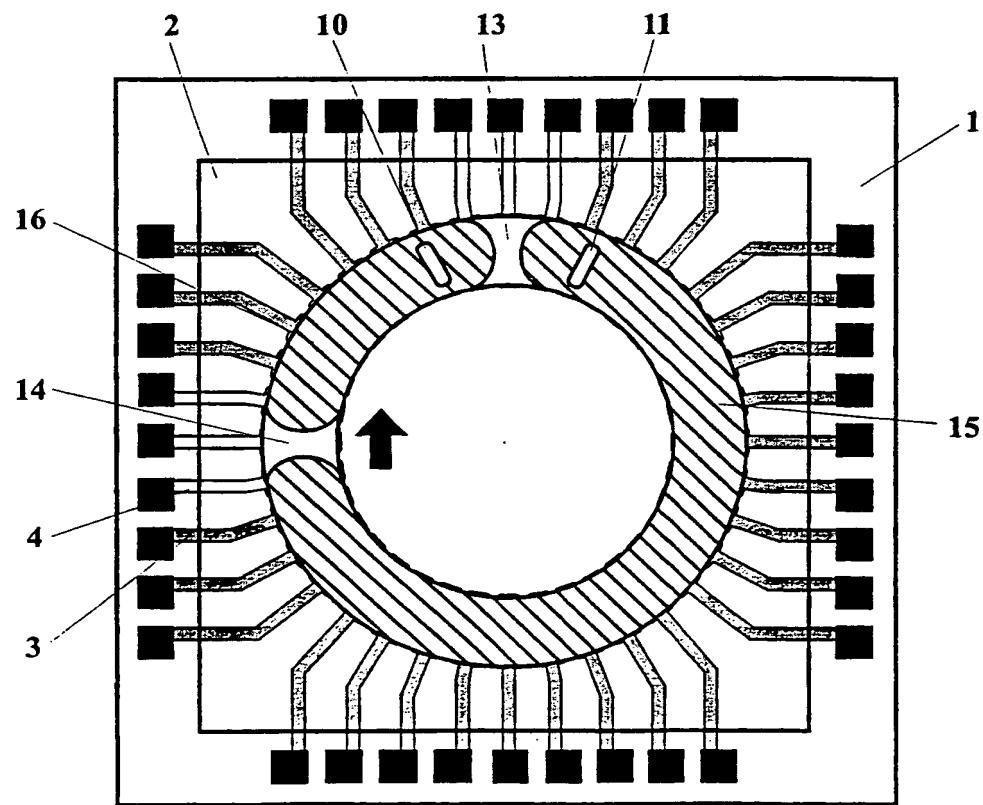


Fig. 2



BEST AVAILABLE COPY

Fig. 3

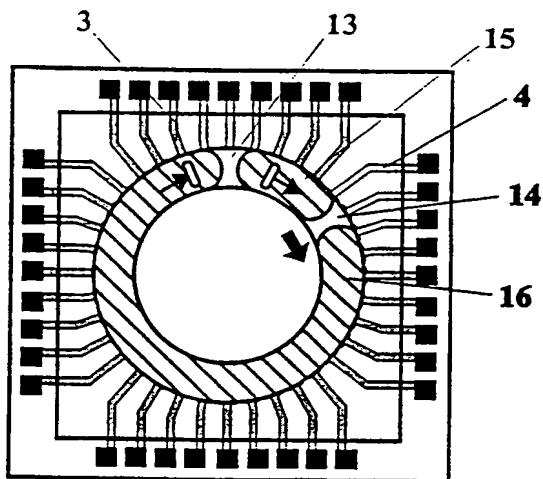


Fig. 4a

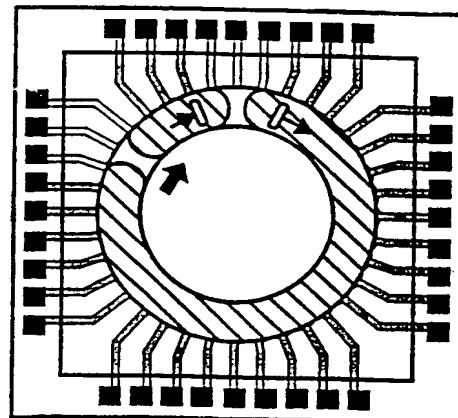


Fig. 4b

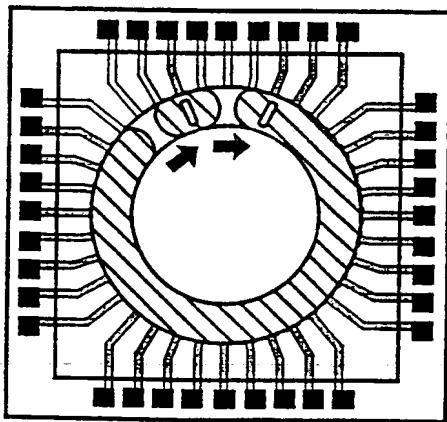


Fig. 4c

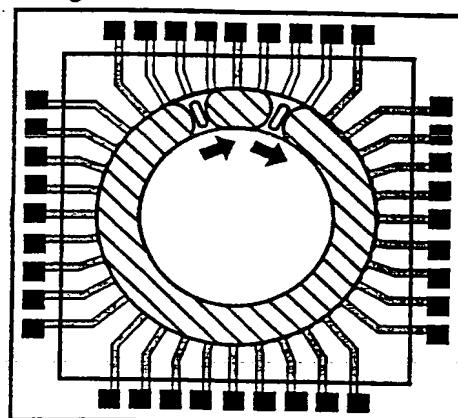


Fig. 4d

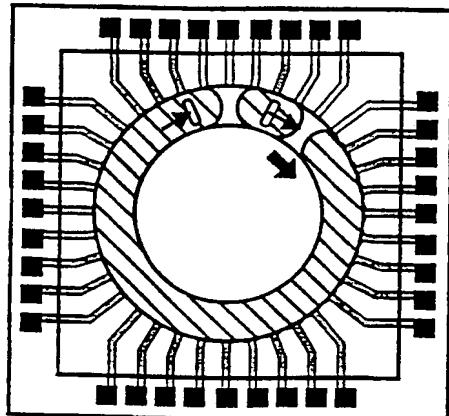


Fig. 4e

Fig. 4

BEST AVAILABLE COPY

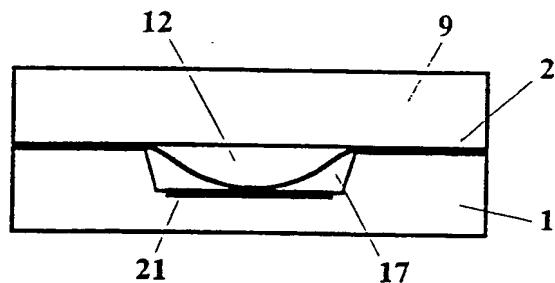


Fig. 5

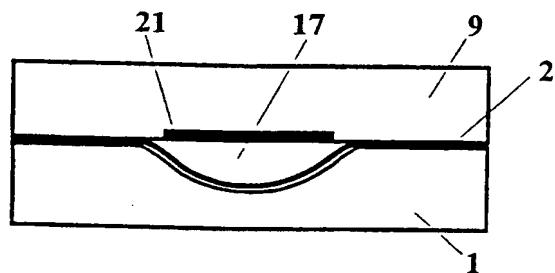


Fig. 6a

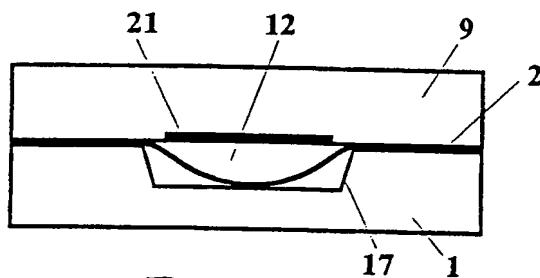


Fig. 6b

Fig. 6

BEST AVAILABLE COPY

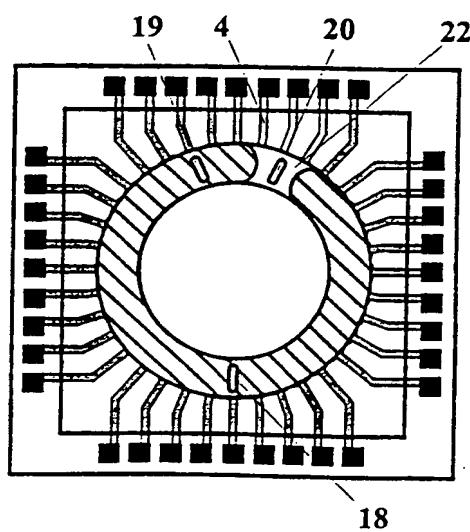


Fig. 7

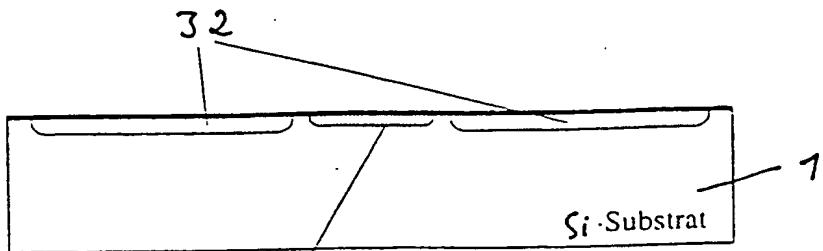


Fig. 8a

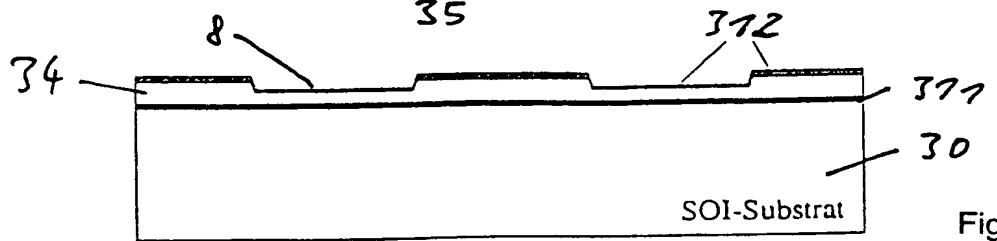


Fig. 8b

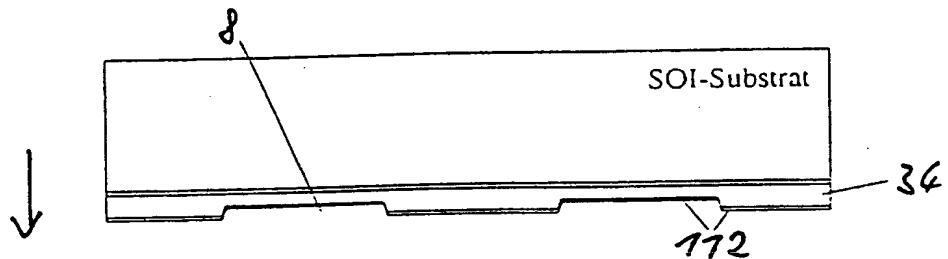


Fig. 8c

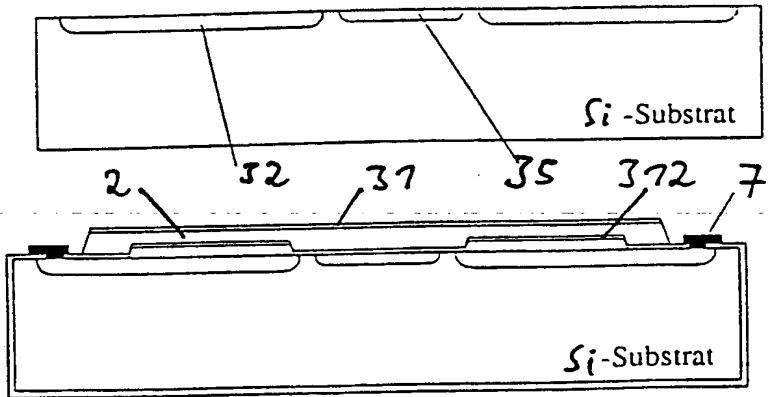


Fig. 8d

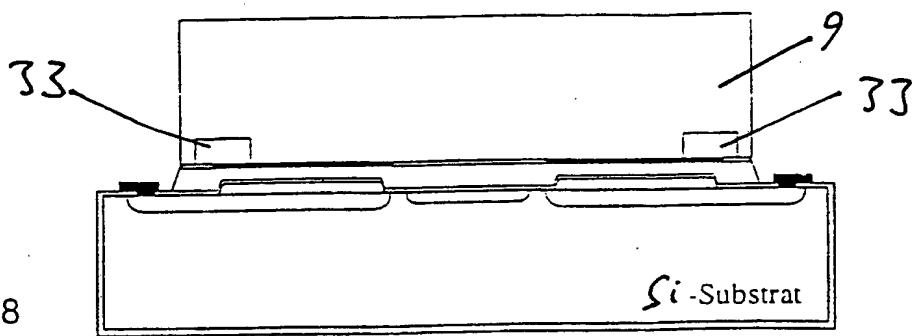


Fig. 8e

Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

| | |
|-----------------|---------------------|
| Inte | rnal Application No |
| PCT/DE 00/01429 | |

| | | |
|-------------------------------------|-----------|-----------|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
| IPC 7 | F04B43/04 | F04B43/12 |

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|----------------------------|
| X | EP 0 518 524 A (HITACHI LTD) 16 December 1992 (1992-12-16) | 1,2,5,7, 8,10,11, 14 |
| Y | column 9, line 27 - line 32 column 11, line 2 -column 12, line 52 column 27, line 20 -column 28, line 15 | 15-18 |
| Y | WO 97 29538 A (WAGNER BERND ;FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE); QUENZER HANS JOACHIM) 14 August 1997 (1997-08-14) page 5, line 7 -page 12, line 15; figures 1-13 | 15-18 |

—/—

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 September 2000

Date of mailing of the international search report

19/09/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jungfer, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

| | |
|-----------------|---------------------|
| Inte | rnal Application No |
| PCT/DE 00/01429 | |

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|--|-----------------------|
| A | US 5 705 018 A (HARTLEY FRANK T) 6 January 1998 (1998-01-06) cited in the application column 1, line 50 - line 67 column 4, line 4 -column 5, line 33 column 3, line 17 - line 23 ---- | 1 |
| A | DE 197 19 862 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 19 November 1998 (1998-11-19) column 10, line 50 - line 60 ---- | 1 |
| A | DE 92 09 402 U (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 10 September 1992 (1992-09-10) page 6 -page 8 page 15 -page 21 figures 1-7 ---- | 1 |
| A | WO 95 18307 A (WESTONBRIDGE INT LTD ;LINTEL HARALD VAN (CH); POSCIO PATRICK (CH);) 6 July 1995 (1995-07-06) page 9; figures 1-7 ---- | 1,3 |
| A | EP 0 439 327 A (SEIKO EPSON CORP) 31 July 1991 (1991-07-31) abstract ---- | 1,9 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inte...nal Application No

PCT/DE 00/01429

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | | Publication date |
|--|------------------|--|--|--|
| EP 0518524 | A 16-12-1992 | DE 69213340 D DE 69213340 T JP 5302684 A US 5380396 A US 5284179 A | | 10-10-1996 27-03-1997 16-11-1993 10-01-1995 08-02-1994 |
| WO 9729538 | A 14-08-1997 | DE 19637928 A DE 19781928 T EP 0880817 A | | 14-08-1997 23-09-1999 02-12-1998 |
| US 5705018 | A 06-01-1998 | EP 0779436 A US 6007309 A | | 18-06-1997 28-12-1999 |
| DE 19719862 | A 19-11-1998 | WO 9851929 A EP 0966609 A | | 19-11-1998 29-12-1999 |
| DE 9209402 | U 10-09-1992 | NONE | | |
| WO 9518307 | A 06-07-1995 | AU 681470 B AU 1118095 A CA 2179063 A DE 69410487 D DE 69410487 T EP 0737273 A JP 9507279 T SG 44800 A US 5759015 A | | 28-08-1997 17-07-1995 06-07-1995 25-06-1998 05-11-1998 16-10-1996 22-07-1997 19-12-1997 02-06-1998 |
| EP 0439327 | A 31-07-1991 | JP 3217672 A JP 3225089 A JP 3250226 A JP 2995804 B JP 4069049 A CN 1053664 A DE 69118216 D DE 69118216 T EP 0435653 A US 5157699 A US 5248904 A | | 25-09-1991 04-10-1991 08-11-1991 27-12-1999 04-03-1992 07-08-1991 02-05-1996 14-11-1996 03-07-1991 20-10-1992 28-09-1993 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/01429

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F04B43/04 F04B43/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|----------------------------|
| X | EP 0 518 524 A (HITACHI LTD) 16. Dezember 1992 (1992-12-16) | 1,2,5,7, 8,10,11, 14 |
| Y | Spalte 9, Zeile 27 - Zeile 32 Spalte 11, Zeile 2 - Spalte 12, Zeile 52 Spalte 27, Zeile 20 - Spalte 28, Zeile 15 --- | 15-18 |
| Y | WO 97 29538 A (WAGNER BERND ;FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE); QUENZER HANS JOACHIM) 14. August 1997 (1997-08-14) Seite 5, Zeile 7 -Seite 12, Zeile 15; Abbildungen 1-13 --- | 15-18 |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11. September 2000

19/09/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jungfer, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte. nationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/01429

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | US 5 705 018 A (HARTLEY FRANK T) 6. Januar 1998 (1998-01-06) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 50 - Zeile 67 Spalte 4, Zeile 4 - Spalte 5, Zeile 33 Spalte 3, Zeile 17 - Zeile 23 --- | 1 |
| A | DE 197 19 862 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 19. November 1998 (1998-11-19) Spalte 10, Zeile 50 - Zeile 60 --- | 1 |
| A | DE 92 09 402 U (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 10. September 1992 (1992-09-10) Seite 6 -Seite 8 Seite 15 -Seite 21 Abbildungen 1-7 --- | 1 |
| A | WO 95 18307 A (WESTONBRIDGE INT LTD ;LINTEL HARALD VAN (CH); POSCIO PATRICK (CH);) 6. Juli 1995 (1995-07-06) Seite 9; Abbildungen 1-7 --- | 1,3 |
| A | EP 0 439 327 A (SEIKO EPSON CORP) 31. Juli 1991 (1991-07-31) Zusammenfassung ----- | 1,9 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 00/01429

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|----------------------------|--------------------------------|------------|----------------------------|
| EP 0518524 | A | 16-12-1992 | DE | 69213340 D | 10-10-1996 |
| | | | DE | 69213340 T | 27-03-1997 |
| | | | JP | 5302684 A | 16-11-1993 |
| | | | US | 5380396 A | 10-01-1995 |
| | | | US | 5284179 A | 08-02-1994 |
| WO 9729538 | A | 14-08-1997 | DE | 19637928 A | 14-08-1997 |
| | | | DE | 19781928 T | 23-09-1999 |
| | | | EP | 0880817 A | 02-12-1998 |
| US 5705018 | A | 06-01-1998 | EP | 0779436 A | 18-06-1997 |
| | | | US | 6007309 A | 28-12-1999 |
| DE 19719862 | A | 19-11-1998 | WO | 9851929 A | 19-11-1998 |
| | | | EP | 0966609 A | 29-12-1999 |
| DE 9209402 | U | 10-09-1992 | KEINE | | |
| WO 9518307 | A | 06-07-1995 | AU | 681470 B | 28-08-1997 |
| | | | AU | 1118095 A | 17-07-1995 |
| | | | CA | 2179063 A | 06-07-1995 |
| | | | DE | 69410487 D | 25-06-1998 |
| | | | DE | 69410487 T | 05-11-1998 |
| | | | EP | 0737273 A | 16-10-1996 |
| | | | JP | 9507279 T | 22-07-1997 |
| | | | SG | 44800 A | 19-12-1997 |
| | | | US | 5759015 A | 02-06-1998 |
| EP 0439327 | A | 31-07-1991 | JP | 3217672 A | 25-09-1991 |
| | | | JP | 3225089 A | 04-10-1991 |
| | | | JP | 3250226 A | 08-11-1991 |
| | | | JP | 2995804 B | 27-12-1999 |
| | | | JP | 4069049 A | 04-03-1992 |
| | | | CN | 1053664 A | 07-08-1991 |
| | | | DE | 69118216 D | 02-05-1996 |
| | | | DE | 69118216 T | 14-11-1996 |
| | | | EP | 0435653 A | 03-07-1991 |
| | | | US | 5157699 A | 20-10-1992 |
| | | | US | 5248904 A | 28-09-1993 |

THIS PAGE BLANK (USPTO)